

*Sähköinen oppimateriaali on hyvä renki mutta huono isäntä* – sähköisten  
ja paperisten oppimateriaalien vertailua lukion fysiikassa

Pro gradu -tutkielma  
Fysikaalisten tieteiden maisteriohjelma

Alexi Haipus  
Oulun yliopisto

2020

## Sisällysluettelo

1. Johdanto .....	3
2. Nidekirjan ja sähköisten materiaalien hyödyt ja haasteet .....	4
2.1 Nidekirja.....	4
2.2 Sähköiset materiaalit .....	6
2.3 Muita huomioita .....	12
3. Nidekirjan ja e-kirjan eroavaisuudet ja yhtäläisyydet .....	14
3.1 Yleiset huomiot.....	14
3.2 Teoriaosat .....	16
3.3 Tehtäväosat .....	19
3.4 Opettajan digikirjassa mukana olevat lisämateriaalit .....	21
4. Pohdintaa ja johtopäätöksiä .....	22
5. Yhteenveto .....	29
Lähteet.....	30

## 1. Johdanto

Pro gradun aiheeksi valikoitui oman tulevan ammatin myötä hyvin ajankohtainen aihe eli opetuksen digitalisoituminen. Aihe kiinnosti itseäni paljon, sillä sähköiset menetelmät opetuksessa ja opiskelussa jakavat mielipiteitä. Omankin kokemuksen kautta esimerkiksi juuri matemaattisissa aineissa sähköiset menetelmät eivät välttämättä aina ole se paras vaihtoehto. Lukiossa sähköisiin menetelmiin hypättiin todella nopeasti, ja mielenkiintoista onkin tutkia, mitä lisäarvoa sähköiset materiaalit ovat fysiikan opetukseen tuoneet. Vaikka omat intressit ovat enemmän yläkoulun puolella, on tarttumapintaa sähköisistä materiaaleista enemmän lukion puolella, sillä peruskoulussa sähköisiä materiaaleja ei vielä käytetä lähellekään niin paljon kuin lukion puolella. Kuitenkin peruskoulussakin saatiin keväällä 2020 kokemusta sähköisistä menetelmistä meneillään olevan koronapandemian takia, koska etäopetuksessa oli pakko käyttää erilaisia sähköisiä menetelmiä ja materiaaleja etäopetuksen myötä.

Aiheen rajaamiseksi valitsin tarkastelun kohteeksi lukion fysiikan ensimmäisen kurssin kirjan Sanoma Pro -kustantajalta. Tarkoituksena on verrata nidekirjaa sähköiseen materiaaliin ja tutkia millaisia yhtäläisyyksiä ja eroavaisuuksia materiaaleista ja niiden käyttämiseen liittyvistä asioista löytyy käytännöllisesti katsottuna. Keskeiseksi tutkimusongelmaksi nouseekin kysymys, tuovatko sähköiset materiaalit lisäarvoa opetukseen ja opiskeluun lukion fysiikan ensimmäisellä kurssilla.

Tutkimus rakentuu siten, että johdannon jälkeen käydään läpi nidekirjojen ja sähköisten materiaalien hyötyjä ja haasteita. Tämän jälkeen luvussa 3 käsitellään nidekirjoja ja sähköistä digikirjaa rinnakkain. Tehtyjen havaintojen jälkeen vertaillaan, mitä yhtäläisyyksiä ja mitä eroavaisuuksia eri versioista löytyy. Lopuksi tehdään johtopäätökset materiaalien sähköistymisen tuomasta lisäarvosta fysiikan lukion ensimmäiselle kurssille.

## 2. Nidekirjan ja sähköisten materiaalien hyödyt ja haasteet

Tässä osiossa esitellään sekä nidekirjan että sähköisen materiaalin hyötyjä ja haasteita. Konkreettisesti tämän luvun tarkoituksena on esittää tutkittua tietoa siitä, onko sillä merkitystä oppimisen kannalta, opiskeleeko paperiselta kirjalta tehden tehtäviä kynällä vihkoon vai sähköisesti erilaisten sähköisten materiaalien, näppäimistön ja hiiren avulla. Lisäksi tarkastellaan molempiin työskentelytapoihin liittyviä asioita, joilla voi olla joko myönteisiä tai kielteisiä vaikutuksia opetukseen tai opiskeluun. Nidekirjasta tässä tutkielmassa puhuttaessa tarkoitetaan paperista versiota eli ns. perinteistä painettua oppikirjaa. Sähköinen materiaali puolestaan pitää sisällään digikirjan ja siihen liittyvän oheismateriaalin.

### 2.1 Nidekirja

Perinteiset paperiset nidekirjat oppikirjoina ovat olleet koulujen käytössä jo vuosikausia. Digitalisoituvan yhteiskunnan myötä perinteiset nidekirjat kuitenkin syrjäytynevät ja tilalle tulee enemmän ja enemmän sähköisiä materiaaleja, kuten digikirjoja. Tässä kappaleessa perehdytään nidekirjojen hyötyihin ja haasteisiin verrattuna sähköiseen materiaaliin ja ruudulta opiskeluun. Useiden tutkimusten [1,2,6] mukaan sillä, käyttääkö paperisia versioita vai opiskeleeko sähköisesti erillisen päätteen kautta, ei ole itse oppimisen ja työskentelyn lopputuloksen kannalta juurikaan merkitystä. Sekä Farinosin, Limin ja Rollin (2016) että Taipaleen (2014) tutkimuksissa haastateltiin eri vaiheen opiskelijoita eri maista koskien heidän kokemuksiaan ja mieltymyksiään paperisten ja sähköisten materiaalien käyttämisestä. Opiskelijoita oli valmistumattomista yliopiston vasta aloittaneista opiskelijoista tohtorikoulutettaviin. Tutkimuksissa selvitettiin, millaiset asiat vaikuttavat siihen valintaan, haluaako opiskelija käyttää sähköistä tapaa opiskella vai perinteistä kynää ja paperia. Edellä mainittujen tutkimusten lisäksi oppimistulosten vertailua opiskelutavasta riippuen tutkittiin myös Subrahmanyamin, Michikyanin, Clemmonsin, Carrillon, Uhlsn ja Greenfieldin (2013) tekemässä tutkimuksessa.

Vertaamalla nidekirjaa sähköiseen materiaaliin täytyy pitää mielessä se, että nykymaailmassa erinäisten näyttöpäätteiden käyttö tarkoittaa suurimmassa osassa tapauksia sitä, että käyttäjällä on pääsy internetiin. Vaikka itse näyttöpäätteeltä opiskelun ja paperilta opiskelun välillä oppimisen kannalta ei ole tutkimusten [1,2,6] mukaan suuria eroavaisuuksia, on internetiin pääsy oppimista

selvästi haittaava tekijä. Esimerkiksi Subrahmanyam et al. tekemässä tutkimuksessa yliopisto-opiskelijoille annettujen tehtävien palautusajat pitenivät, kun opiskelijoilla oli pääsy internetiin. Lisäksi aikarajoitetuissa tehtävissä vastausten laatu huononi verrattaessa ilman internetyhteyttä tehtyihin tehtäviin. Kun verrataan tilannetta, jossa käytettävissä on nidekirja tai internetyhteydetön näyttöpäätte tilanteeseen, jossa opiskelijalla on internetyhteys, ovat nidekirja ja internetyhteydetön opiskelu oppimisen kannalta parempi vaihtoehto. Vapaa internettiin pääseminen ja sen käyttäminen huononsivat merkittävästi lopputulosten laatua, eli toisin sanoen opiskeltavan aiheen sisältöä ei opittu niin hyvin kuin ilman internetin käyttöä. Paperisen version yhdeksi olennaisimmista eduista siis nousee se, että tutkimusten mukaan keskittyminen itse tekstiin säilyy pidempään paperilta lukiessa, verrattuna saman tekstin lukemiseen internettiin pääsyn sisältävän näyttöpäätteen kautta. [1,2]

Muutamien tutkimusten [2,3] perusteella nidekirjan hyödyksi nousee myös ihmisen asennoituminen oppimistapaa kohtaan. Nykyihminen kuluttaa vapaa-ajalla paljon aikaa ruutujen ja erilaisten älylaitteiden kanssa, jolloin asennoituminen oppimiseen näyttöpäätteen kautta voi olla vaikeampaa kuin paperilta oppimiseen [3]. Etenkin, kun ottaa huomioon ensimmäisessä kappaleessa esiteltyt tulokset nettiyhteyden häiritsemisestä oppimiseen, ja lisää siihen tämän ihmisen asennoitumisen näytöltä opiskeluun, saavuttaa nidekirja tästä näkökulmassa katsottuna edun. [2,3]

Paperisen nidekirjan eduksi nousee myös ehdottomasti oppimistilanteessa sen pysyvyys ja konkreettisuus verrattuna digitaaliseen oppikirjaan, jonka kanssa voi tulla sähkökatkoksista tai internetin katkoksista johtuvia haittoja. Lisäksi nidekirjan konkreettisuus tarjoaa Fortunatin ja Vincentin (2014) julkaiseman tutkimuksen [5] mukaan etua opiskeluun, verrattuna digikirjan tekstiin, johon ei varsinaisesti voi fyysisesti koskea. Kyseisessä tutkimuksessa tutkittiin näppäimistön ja ruudun vaikutusta kirjoittamiseen ja lukemiseen verrattuna kynän ja paperin käyttämistä kirjoittamiseen ja lukemiseen. Tutkimus teetettiin yliopisto-opiskelijoille silmällä pitäen oppimistilanteissa ja opiskeluympäristössä tapahtuvaa lukemista ja kirjoittamista. Tutkimuksen mukaan fyysinen sivujen käänteleväminen ja tekstin koskettaminen auttavat sisäistämään asiat hiukan paremmin verrattuna digikirjaan. Tutkijan itse teettämän kokemuskartoitustutkimuksen perusteella, joka toteutettiin pohjoissuomalaisessa yläkoulussa, myös moni opettaja sekä oppilas on nidekirjaan tyytyväinen juuri sen takia, että nidekirjan avulla opiskeluun voi aina luottaa. [4,5]

Edellisessä kappaleessa käsiteltyyn fyysiseen koskettamiseen liittyviä huomioita nousi esille myös sekä tutkijan omassa että Taipaleen (2014) teettämässä tutkimuksissa. Osa oppilaista vastasi käsin tekemisen olevan mielekkäämpää ainakin välillä. Osa vastaajista koki myös tekstin kirjoittamisen kynällä paperille persoonallisemmaksi ja mukavammaksi tavaksi toteuttaa itseään. Osa koki myös muistiinpanojen tekemisen olevan helpompaa paperille kuin sähköisesti, sillä kaikenlaiset nuolet ja värien käyttäminen tekstin korostamiseen nopeammin hoitui nopeammin ja helpommin. [4,6] Näitä etuja ei voi kuitenkaan yleistää kaikille, sillä kuten Taipaleen (2014) ja Farinosin (2016) tutkimuksissa todetaan, on valinta kynän ja paperin sekä ruudun ja näppäimistön välillä tilanteesta riippuvainen ja henkilökohtainen valinta. [1,6]

Jos oppijat jaetaan neljään eri oppimistyyliin eli visuaaliseen, auditiiviseen, taktilliseen ja kinesteettiseen oppimistyyliin, voidaan kahta jälkimmäistä oppimistyyliä pitää nidekirjaan liitettävänä etuna. Taktillisessa oppimistyyliässä olennaista oppijalle on, että hän oppii tunnustellen ja tehden asioita. Oppiminen tapahtuu parhaiten kokemusten ja konkreettisen tekemisen kautta, mistä edellisessä kappaleessa käytettyjen Taipaleen (2014) ja Farinosin (2016) tutkimuksissakin puhuttiin. Fyysinen koskettaminen voidaan myös käsitellä taktillisena oppimistyylinä. On selvää, että konkreettisen paperisen kirjan ja kynän kanssa opiskelusta hyötyvät tällaiset taktilliset oppijat. Myös tablet-tietokoneella pääsee tekemään konkreettisesti muistiinpanoja, mutta sitä tapaa ei välttämättä koeta niin persoonalliseksi ja konkreettiseksi kuin paperia ja kynää. [1,6,10,11]

Kinesteettiselle oppijalle puolestaan on tärkeää samankaltaiset asiat kuin taktilliselle oppijallekin. Kinesteettinen oppija tarvitsee liikkeitä, kosketusta, kokemista, tekemistä ja tuntemista opiskeluunsa. Konkreettinen nidekirja tarjoaa digikirjaa ja sähköistä materiaalia paremmin mahdollisuuden tunnustella esimerkiksi sivuja ja tekstiä. Esimerkiksi sormella tekstin tunnusteleminen ja seuraaminen auttaa kinesteettistä oppijaa oppimaan paremmin. [10,11]

## 2.2 Sähköiset materiaalit

Sähköinen materiaali opetuksessa ja opiskelussa on ottamassa vasta ensiaskeliaan ja ainakaan lähiaikoina se ei yksinään syrjäytä konkreettisia painettuja nidekirjoja, ainakaan peruskoulussa. Koska digitalisaation tuoma digiloikka on koulumaailmassa osittain kuitenkin tapahtumassa, on siitä tarjolla monia aiheeseen liittyviä tutkimuksia. Tässä luvussa tarkastellaan sähköisen materiaalin tuomia todistettuja vaikutuksia koulumaailmaan. Sähköisten oppikirjojen ja materiaalien hyödyt

heijastavat hyvin vahvasti painettujen nidekirjojen heikkouksia, minkä vuoksi erillistä heikkouksien käsittelyä ei tehdä. On myös huomioitava, että välttämättä aina ne eivät ole edes nidekirjan heikkouksia, vaan osa asioista on pystytty sähköisessä versiossa toteuttamaan paremmin.

Kaislan, Kutvonen-Lapin ja Kankaanrannan toimittamassa tutkimuksessa (2015) käsitellään murroksessa olevaa koulumaailmaa ja sitä, miten digitaalisella materiaalilla voitaisiin oppimista tukea. Tutkimus suoritettiin neljän vuoden aikana tehden yhteistyötä opettajien, kustantajien ja yhteistyökumppaneiden kanssa. Tietoa hankittiin konkreettisesti opetustyössä tehtyjen havaintojen perusteella eri oppiaineiden näkökulmista katsoen. Havaintojen perusteella digitaalisia oppimateriaaleja kehitettiin oppiaineille sopiviksi. Tutkimuksen mukaan suurin sähköisten materiaalien etu opettajien näkökulmasta on sen opetusta monipuolistava vaikutus. Digitaalisten työkalujen, kuten esimerkiksi kannettavien tietokoneiden ja tablettien mahdollistamana voidaan havainnollistaa tiettyjä asioita paremmin. Esimerkiksi fysiikan opiskelussa voidaan havainnollistaa hiukkastason asioita, joita ei luokkahuonetilassa esimerkiksi pysty havainnollistamaan. Tähän tarkoitukseen soveltuu mainiosti esimerkiksi erilaiset videot tai animaatiot. Lisäksi esimerkiksi fysiikassa ja matematiikassa, ja miksei muissakin aineissa, tietokoneella voidaan havainnollistaa ja piirtää erilaisia kuvaajia paljon nopeammin ja selkeämmin kuin niitä olisi paperille tai taululle piirtää. Parhaimmillaan sähköisten materiaalien tuomat opetusta monipuolistavat edut ovat antoisia ja palkitsevia sekä opettajille että oppilaille. Monipuolistukseen olennaisena ja merkittävänä osana kuuluu myös ylös- ja alaspäin eriyttämiset, jotka on helpompi toteuttaa sähköisten materiaalien avulla. [7]

Oppilaiden oppimista edistävä olennainen tekijä on myös motivaatio. Liittyen edellisessä kappaleessa käsiteltyyn opetuksen monipuolistamiseen, voi sähköisten materiaalien ja digikirjan eduksi laskea myös motivoinnin. Juuri tehtäviä ja oppitunteja saa monipuolisemmaksi, sillä sähköisesti tehtäviin voi lisätä esimerkiksi videoita, musiikkia tai mitä ikinä keksiikään. Samalla voidaan puhua paremmasta visualisoinnista erilaisten kuvien ja animaatioiden avulla, joka on apuna nuorten motivoimisessa. Nykyisen opetussuunnitelmankin perustana oleva monilukutaidon kehittäminen tapahtuu luontevasti sähköisen materiaalin, digikirjojen ja internetin yhteiskäytössä tulevien monipuolistavien tekijöiden ansiosta. [7]

Kuten jo nidekirjaa käsittelevässä luvussa asiaa käytiin läpi, on olemassa erilaisilla tavoilla oppivia oppilaita. Niin nide- kuin digikirjassa on mahdollista ottaa huomioon erilaiset oppijat, mutta sähköisessä digikirjassa visuaalisen ja auditiivisen oppilaan tarpeet pystytään tuomaan paremmin

esille kuin paperiversiossa. Kun puhutaan visuaalisesta oppijasta, puhutaan oppilaasta, joka oppii parhaiten kuvien, videoiden, kuvioiden ja vastaavien havainnollistavien apujen kautta. Sähköinen oppimisympäristö on täynnä rikasteita, joilla voidaan havainnollistaa tavallista nidekirjaa paremmin opeteltavia asioita esimerkiksi videoiden ja animaatioiden avulla. Videot ja animaatiot ovat selkeä tapa edesauttaa visuaalista oppijaa, ja koska erilaisten visuaalisten rikasteiden käyttö sähköisessä materiaalissa on huomattavasti helpompaa kuin nidekirjassa, nousevat digikirja ja sähköiset materiaalit visuaalisen oppijan näkökulmasta paremmaksi kuin nidekirja. [1,2,5,10,11]

Visuaaliseen oppimiseen liittyy vahvasti myös simulaatioiden hyödyntäminen opiskelussa. Simulaatiot ovat eräänlaisia pelin kaltaisia havainnollistavia ohjelmia, joiden avulla pystytään havainnollistamaan esimerkiksi fysiikassa todellisen maailman hiukkastasolla tapahtuvia ilmiöitä. Sähköinen materiaali tarjoaa mahdollisuuden käyttää tällaisia erilaisia simulaatioita oppimisen tukena. Eräs simulaatioita luonnontieteiden opetukseen kehittävä ja tutkiva sivusto on Coloradon yliopiston hallinnoima PhET-projekti [12]. Projektin vetäjät ovat tehneet useita tutkimuksia eri oppiaineiden tunneilla ja tarkkailleet oppimistuloksia simulaatioita käytettäessä. Projektinvetäjien suorittamien tutkimusten perusteella simulaatioiden käyttö fysiikan opetuksessa voi toimia tehokkaammin käsitteiden ja ilmiöiden ymmärtämisessä, kuin vastaavia asioita laboratoriotöiden avulla läpikäymisessä. Tutkijoiden tekemien havaintojen perusteella oppilaat pystyivät keskittymään itse ilmiöihin paremmin simulaatioiden avulla. Toisaalta laboratoriotöiden tekemisessä harjaantuvat muut taidot, kuten erilaisten välineiden käyttö laboratoriotilanteessa. [12]

Sähköisten kirjojen mukana tulevan äänikirjaominaisuuden myötä on hyvä ottaa tässä osassa myös esille audiitiivinen oppija. Audiitiiviset oppijat oppivat kuuntelemalla ääniä ja esimerkiksi erilaiset äänensävyt jäävät heille mieleen, ja myös yleisesti ottaen mieleen painuvat parhaiten kuulemalla saadut opit. Normaalissa luokkahuonetilanteessa tulee audiitiiviselle oppijalle usein hyödyllisiä oppimiskokemuksia opettajan opetuksesta ja keskustelemisesta muiden kanssa. Kuitenkin, koska digikirjoissa on mukana yleensä myös mahdollisuus kuunnella oppikirjaa ja tästä hyötyvät ainakin audiitiiviset oppilaat, on se sähköisen oppikirjan etu. Audiitiiviset oppilaat muistavat kuulemansa ja oppivat sitä kautta. Kuitenkin audiitiivisten oppijoiden on hyvä tukea opiskeluaan ja oppimistaan muillakin tavoilla, esimerkiksi lukemalla ja katsomalla. Molemmat näistä onnistuvat sähköisen materiaalin ja digikirjan avulla, jolloin sähköinen kirja tukee tässä suhteessa paremmin oppimista kuin nidekirja. [8-11]

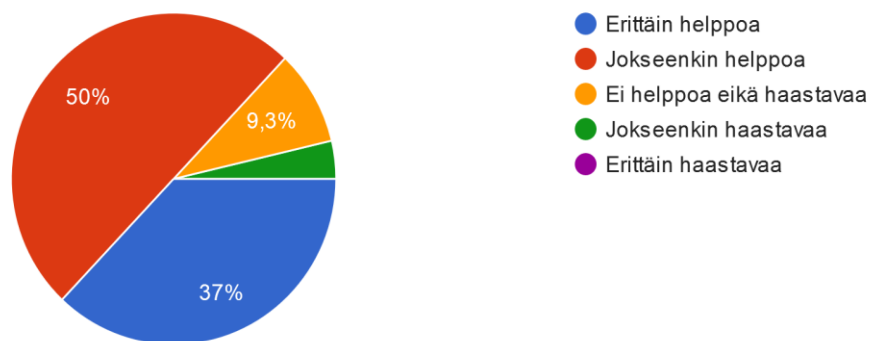


Ensimmäinen konkreettinen asia, joka nousee sähköisten materiaalien ja oppikirjojen eduksi, on kirjoittaminen ja tehtyjen tehtävien editoimisen helppous. Tutkimusten [4,6] mukaan nykynuoret kokevat helpoksi tietokoneella työskentelyyn liittyen näppäimillä kirjoittamisen ja kuuntelemisen yhtäaikaaisesti. Oppilaat pitävät mielekkäänä näppäimistöllä kirjoittamista siten, ettei tarvitse katsoa näppäimistöä samaan aikaan, kun kuuntelee esimerkiksi opettajan opetusta. Tämä nykynuorten taito mahdollistaa useamman asian yhtäaikaisen tekemisen. Taipaleen (2014) tutkimuksessa, jossa tutkittiin ja vertailtiin eri maiden välisiä eroja ja yhtäläisyyksiä sähköisten ja perinteisten opiskelutapojen eroavaisuuksista ja yhtäläisyyksistä, nousi olennaisesti kyseinen helppous ja mielekkyys esille. Vastanneet opiskelijat kertoivat kirjoittavansa paljon nopeammin ja pidempiä tekstejä tietokoneella kuin kirjoitettaessa kynällä paperille. Pidempien tekstien editoiminen koettiin myös helpommaksi, kuin kynällä paperille kirjoitettaessa, joissa keskelle tekstiä tehtävät tekstin muutokset oli vaikeampi tehdä kuin tietokoneella kirjoitettaessa. [4,6]

Nykynuorten teknologian käyttämisen hallinnan helppoudesta kertoo myös tutkijan kokemuskartoituksen tulokset. Kokemuskartoituksessa selvitettiin yhden koulun oppilaiden ja opettajien kokemuksia sähköisistä oppimisympäristöistä ja sähköisistä materiaaleista ja niiden vaikutuksesta oppimiseen. Kokemuskartoitukseen vastasi yläkouluikäisiä oppilaita kaikilta kolmelta eri vuosiluokalta. Sähköisten oppimisympäristöjen käyttämisen helppouteen liittyvässä kysymyksessä yläkouluikäisiltä kysyttiin, millaisena he ovat kokeneet sähköisten materiaalien käytön. Kuvassa 1 on esitetty, kuinka helppona jo yläkouluikäiset pitivät sähköisten materiaalien, laitteiden ja oppimisympäristöjen käyttöä kokemuskartoituksen perusteella.

Sähköisten oppimisympäristöjen, työkalujen ja materiaalien käyttäminen on ollut minulle

54 vastausta



Kuva 1. Sähköisten oppimisympäristöjen, työkalujen ja materiaalien käyttäminen. [4]

Ainoastaan 3,7 % vastaajista koki erilaiset sähköiset tavat opiskella jokseenkin haastavana ja yksikään ei kokenut sen olevan erittäin haastavaa. Vastaavasti 96,3 % vastaajista koki käyttämisen olevan vähintään neutraalia ja suurin osa piti sitä vähintään jokseenkin helppona. Tulokset ovat yhteneväiset Taipaleen tutkimuksen kanssa. [4,6]

Opettajille ja oppilaille eduksi nousee myös vastausten tarkistusten automatisointi sähköisessä kirjassa. Kun oppilas tekee tehtävät digikirjaan esimerkiksi monivalintatehtävän muodossa, saa hän välittömästi tehtävät palautettuaan reaaliaikaisen tuloksen onnistumisistaan ja epäonnistumisistaan. Tämä auttaa oppilasta huomaamaan virhekesityksensä välittömästi ja korjaamaan ne, jolloin oppiminen on nopeampaa ja tehokkaampaa, ja virhekesityksien määrä vähenee. Automatisoitu tarkistus helpottaa puolestaan opettajan arkea esimerkiksi monivalintatehtävien kaltaisten tehtävien tarkistuksessa. Automatisoitu tarkistus näyttää oikeat ja väärät vastaukset välittömästi, jolloin opettaja voi suoraan katsoa, missä on tehty virheitä. [7]

Digitaalisen oppimateriaalin ehkä tämän hetken suurimmista eduista on oppilaiden harjaantuminen erilaisten digitaalisten ympäristöjen käyttämiseen. Nykypäivänä käytännössä kaikki yhteiskunnassa tapahtuva vaatii osaamista tietoteknisten välineiden ja sähköisten ympäristöjen osalta, jolloin koulussa opiskeltavien aineiden lisäksi opittavat tietotekniset taidot ovat erittäin suuressa roolissa työelämän kannalta. Vaikka nykyään puhutaankin diginatiiveista, saavat he koulumaailmassa erilaisia uusia työkaluja loppuelämänsä ja yhteiskunnan kehitystä silmällä pitäen. [7]

Yksi suurimmista haasteista sähköisillä oppikirjoilla ja materiaaleilla on niiden tarvitsemat yhteydet ja sähköisyys. Siinä missä painettua nidekirjaa voi käyttää lähes tilanteessa kuin tilanteessa, voi sähköisen materiaalin kaataa esimerkiksi internetyhteyksien häiriö. Myös tutkijan teettämässä kokemuskartoituskyselyssä opettajille tämä koettiin ehkäpä suurimpana haasteena käytettäessä sähköisiä tapoja opiskella. Lisäksi kokemuskartoituksessa tuli esille, että jos ja kun näitä erilaisia yhteysongelmia tai muita ongelmia ilmenee, ovat keinot ratkaista nämä ongelmat usein hieman vähissä. [4,7]

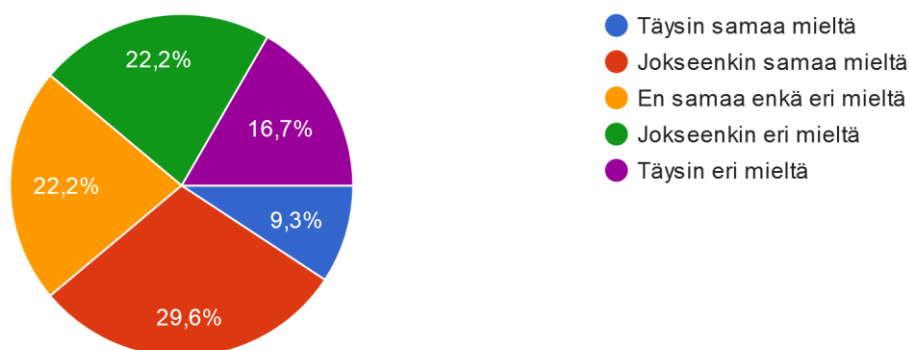
Useassa tutkimuksessa on noussut esille vielä, että opiskelijoiden kokemusten ja tutkimusten mukaan nidekirjan käyttö ja sähköisen kirjan ja materiaalin käyttö eivät ole toistensa kanssa ristiriidassa. Toisin sanoen molempia voidaan käyttää yhtä aikaa ja hedelmällisimmillään digitaaliset oppimisympäristöt ja sähköiset digikirjat ja materiaalit tukevat kokonaisvaltaista oppimista.

Digitaaliset materiaalit voivat alussa vaatia käyttöönotoltaan hieman enemmän vaivaa opettajilta, mutta kun toimivat pohjat ovat valmiita, voi oppitunneista saada paljon mielekkäämpiä. [1,2,4,5,6]

Alla olevasta kuvaajasta näkyy myös tutkijan yläkouluikäisille teettämän kyselyn vastaukset kysymykseen, jossa pohdittiin sähköisten oppimateriaalien paremmuutta oppimisen kannalta verrattuna nidekirjaan. [4]

Tietokoneella, mobiililaitteella tai muuten sähköisesti opiskeleminen auttaa oppimaan paremmin kuin perinteinen ”kynä, paperi ja kirja” -tyyli

54 vastausta



Kuva 2. Sähköisten tapojen opiskella paremmuus verrattuna perinteiseen tyyliin. [4]

Kuten kuvaajasta näkyy, myös kokemuskartoitukseen vastanneet yläkouluikäiset oppilaat jakautuivat hyvin tasaisesti sekä sähköisten materiaalien puolelle että nidekirjojen puolelle. Karkeasti jaoteltuna sähköisten menetelmien puolella on vastaajista prosentuaalisesti saman verran kuin perinteisten tapojen puolella. Lisäksi avoimissa kysymyksissä nousi esiin hybridimalli perinteisestä ja sähköisestä tavasta opiskella. Vastaajien mielestä on paras vaihtoehto, kun opetuksessa ja oppitunneilla on sekaisin sekä perinteisiä että uusia sähköisiä menetelmiä. Vain toista ei tarvitse valita, vaan sähköiset materiaalit ja perinteiset materiaalit täydentävät toisiaan. [4]

## 2.3 Muita huomioita

Ensimmäisellä tutustumisella tutkimuksessa käytettävään Sanoma Pron lukion fysiikan ensimmäiseen kirjaan [8], löytyi digikirjasta oppilaan itsearviointityökalu, jolla opiskelija voi arvioida omaa osaamistaan. Tätä työkalua käsitellään myöhemmin luvussa 3. Andraden ja Valtchevan kirjoittamassa artikkelissa [13] käsitellään itsearvioinnin vaikutusta oppimiseen. Itsearvioinnilla voi olla parhaimmillaan jopa todella voimakkaita positiivisia vaikutuksia oppimiseen. Itsearviointia voi liittää välittömästi yksittäisten tehtävien tai tehtävänantojen yhteyteen, jolloin opiskelijat analysoivat oppimistaan hyvin lyhytjaksoisessa tapahtumassa, mikä puolestaan saattaa auttaa opiskelijaa ymmärtämään tehtävän paremmin. Myös pitkäaikaisia positiivisia vaikutuksia saadaan aikaan, kun opiskelijoiden itsesääätely paranee heidän vanhetessaan. Itsesäätelyn paraneminen johtaa itsearvioinnin parempaan ymmärtämiseen ja sitä kautta voi parantaa oppimista pitkällä aikavälillä. Samalla olosuhteiden, joissa itsearviointia tehdään, tulee olla oikeanlaiset. Itsearviointi ei saa vaikuttaa laskevasti kurssin arvosteluun tai arvosanaan ja itsearvioinnille on annettava tarpeeksi aikaa. Itsearvioinnin vaikutuksia oppimiseen oli Andraden ja Valtchevan tutkimuksessa testattu 5. – 9.-luokkalaisilla oppilailla esimerkiksi kirjoittamisen ja laskemisen yhteydessä. [13]

Sähköisten materiaalien ja nidekirjojen etuja ja hyötyjä tarkastellessa on välttämätöntä tarkastella niiden ekologisia eroavaisuuksia. Kun tarkastellaan molempien materiaalien elinkaarta, eli millaisia toimia vaaditaan, jotta päästään lukemaan kirjaa joko näyttöpäätteeltä tai perinteisesti paperisesta kirjasta, muuttuu asia monimutkaiseksi. Huomioon täytyy ottaa esimerkiksi sähköisen kirjan lukemiseen tarvittava sähköön tuottaminen ja sähköisen kirjan lukemiseen tarvittavan laitteen valmistaminen. Toisaalta taas paperisen kirjan valmistukseen tarvitaan paperin valmistus, kirjan painaminen paperille, kuljettamiset fyysisesti myyntipaikkoihin ja koteihin. Aalto yliopiston professori Jukka Manner sanoo Maailman kuvalehden nettiartikkelissa [14] sähköisen e-kirjan lukemisen tulevan ympäristölle sitä ystävällisemmäksi, mitä pidempiaikaisesti e-kirjoja käytetään ja luetaan. Alma-median teettämässä tutkimuksessa puolestaan todetaan paperisen kirjan olevan ainakin lyhyellä aikavälillä ympäristöystävällisempi kuin sähköinen kirja, kun puhutaan lyhytaikaisesta omistamisesta ja noin tunnin lukuajasta päivässä [15]. Näitä molempia edellisiä väitteitä tukee myös artikkeli [16], jossa vertaillaan kyseisiä tapoja lukea kirjaa. Artikkelin mukaan lyhyen aikavälin lukemisella paperinen kirja vie ekologisuudessa voiton, mutta mitä pidempään kirjaa käytetään, sitä ekologisemmaksi vaihtoehdoksi e-kirja tulee. Lisäksi e-kirjan kunto ja laatu

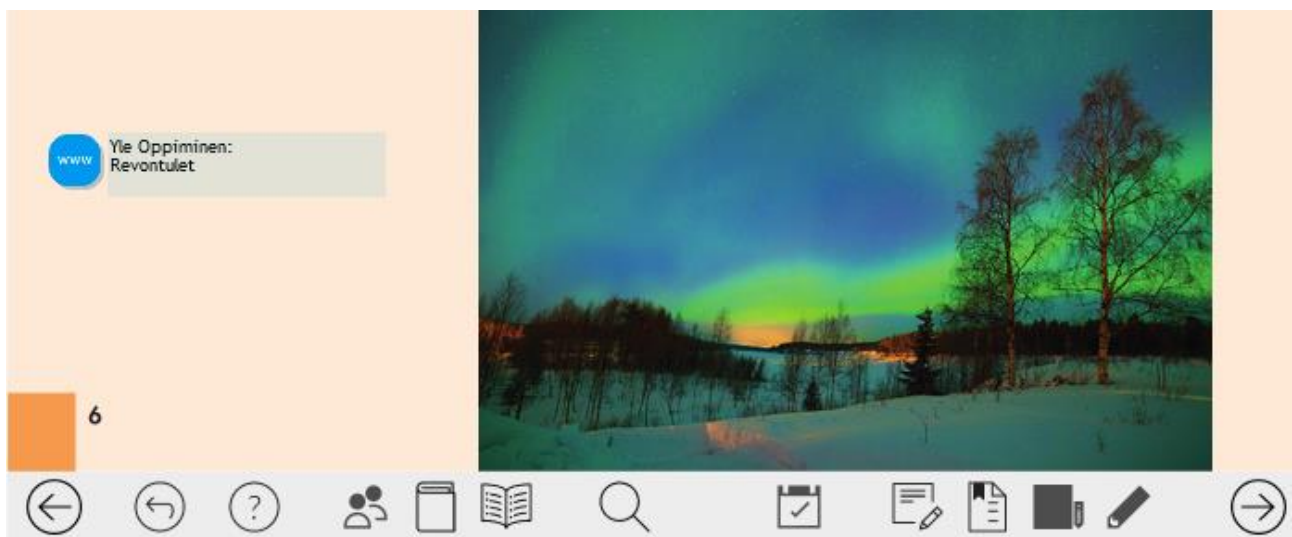
säilyy tismalleen samana koko ajan, toisin kuin paperisen kirjan. Kaikissa näissä lähteissä yhteisenä kehotuksena onkin materiaalien, olivat ne sitten sähköisiä tai paperisia, käyttäminen ja kierrättäminen mahdollisimman hyvin. Paperisten kirjojen käyttö kirjastoissa ja edelleen myynti auttavat ekologisuudessa paperikirjojen osalta. E-kirjat puolestaan säilyvät internetissä samanlaisena, eivätkä sinänsä itse kuluta luontoa, vaan ekologisuutta parannetaan laitteiden käsittelemisellä oikein, joka pidentää laitteiden käyttöikää ja sitä myötä ekologisuutta. [14, 15, 16]

### 3. Nidekirjan ja e-kirjan eroavaisuudet ja yhtäläisyydet

Tässä kappaleessa kerätään konkreettisia havaintoja eroavaisuuksista ja yhtäläisyyksistä nidekirjan ja digikirjan välillä fysiikan ensimmäisellä lukiokurssilla. Käytännössä nidekirjan ja digikirjan vertailussa käytetään oppilaan paperista nidekirjaa sekä oppilaan digikirjaa. Lisäksi oman lukunsa saa lisämateriaalit, jotka löytyvät opettajan digikirjasta. Oletuksena tässä on, että opettaja voi halutessaan jakaa helposti tätä digikirjasta valmiina löytyvää materiaalia eteenpäin. Kirja, jonka paperista versiota ja digikirjaa verrataan keskenään, on Sanoma Pron kustantama kirja FY1 fysiikka luonnontieteidenä. [8]

#### 3.1 Yleiset huomiot

Tässä luvussa käsitellään ja vertaillaan yleisiä kirjojen käyttöön liittyviä asioita. Nidekirjan käyttö perustuu perinteisen kirjan tapaan sivujen selaamiseen, eikä siihen liity mullistavia tekijöitä. Sen sijaan digikirjan käyttöön on tuotu sähköisen ympäristön mahdollistamia lisäominaisuuksia. Suurimpana erona nidekirjaan on digikirjan alareunasta löytyvä navigointipalkki, joka on esiteltynä kuvassa 3.



Kuva 3. Digikirjan alalaidassa harmaalla näkyvä navigointipalkki. [8]

Harmaalla kuvan 3 alareunassa näkyvässä navigointipalkista löytyy useita erilaisia työkaluja kirjan käyttämiseen ja lukemiseen. Esimerkiksi kirjan sivujen välillä liikkumista voi hallinnoida navigointipalkin kautta. Kirjan sivujen selaamista voi tehdä esimerkiksi klikkaamalla haluamaansa

otsikkoa sisällysluettelosta, jonka puolestaan voi avata digikirjan alalaidassa näkyvästä toimintopalkista. Muutoin sivujen välillä liikkuminen tapahtuu verraten samaan tapaan kuin nidekirjassa, ainoastaan klikkaamalla nuolista eteen- tai taaksepäin.[8]

Navigointipalkista löytyy myös monia muita hyödyllisiä sähköisen ympäristön mahdollistamia työkaluja, kuten hakutyökalu. Hakukenttään voi kirjoittaa käytännössä minkä tahansa termin, jolloin työkalu etsii koko kirjassa esiintyvät kyseiset termit. Hakutyökalu antaa sivunumerot ja valmiit linkit, joiden avulla voi siirtyä kyseiseen kohtaan. Nidekirjassa termin hakeminen pitää tehdä sivu kerrallaan lukemalla ja etsimällä. Jos kyseessä on kuitenkin olennainen termi, löytyy se nidekirjan takana olevasta hakemistosta.[8]

Asioita, joita voi tehdä sekä nidekirjaan että digikirjaan, on useita, mutta toimintatavat luonnollisesti poikkeavat toisistaan sähköisen ympäristön ja käsinkosketeltavan nidekirjan välillä. Esimerkiksi navigointipalkista löytyy erilaisia muokkaukseen ja muistiinpanojen tekemiseen liittyviä työkaluja. Myös nidekirjaan voi tehdä muistiinpanoja konkreettisilla kynillä ja merkitä muistiinpanoja omiin vihkoihin. Sähköisessä kirjassa vihko kulkee navigointipalkissa kyseisen kurssin kirjan mukana, ja muistiinpanoja voi tehdä erilaisten värillisten piirtämiseen ja merkitsemiseen tarkoitettujen työkalujen avulla. Samaan merkitsemiseen liittyy myös kirjanmerkkityökalu, jolla voi merkitä tärkeitä kohtia kirjassa. Niihin pääsee liikkumaan helposti merkin avulla. Nidekirjasta merkinnät voi poistaa kumittamalla lyijykynän jäljen, mutta muilla kynillä tehdyt jäljet voivat olla haasteellisempia. Digikirjan muistiinpanojen tekemiseen tarkoitettun työkalun yhteyteen on lisätty kumoamistyökalu, jolla saa merkinnät pois niin halutessaan.[8]

Sähköisen ympäristön mahdollistamia kirjan monipuolistamisia on erilaisten oppijoiden huomioiminen. Suurena eroavaisuutena nidekirjaan on se, että digikirjaa voi halutessaan käsitellä kuten äänikirjaa. Jokaisen kappaleen alussa on sininen hyperlinkki, jossa on kaiuttimen kuva. Tästä linkistä painamalla aukeaa kappalekohtainen ääniraita, jossa kappale luetaan läpi ääneen. Esimerkkejä ja sivuhuomautuksia ei kuitenkaan lueta ääneen. Kirjan monipuolistamiseen liittyvä asia on myös visuaaliset tavat monipuolistaa kirjaa. Erilaisia esimerkkejä, kuvia ja kuvaajia voi digikirjassa tarkastella klikkaamalla suurempina kuvina, jolloin esimerkiksi kuvaajia voi tarkastella lähemmin. [8]



## 7

# Tasaisesti kiihtyvän liikkeen malli



**! Keskeisiä asioita**

- muuttuva liike
- kiihtyvyys
- tasaisesti kiihtyvä liike
- putoamiskiihtyvyys

**T Tutki**

Kuva 4. Digikirjan siniset hyperlinkit.

Kuten kuvassa 4 näkyy, digikirjan hyödylliset linkit, kuten testit ja oheismateriaalit on merkitty sinisillä painikkeilla kirjaan. Esimerkiksi kuvassa 4 näkyvää kaiuttimen kuvaa painamalla pääsee kuuntelemaan kyseisen kappaleen äänikirjan muodossa. Muihin hyperlinkkien takana oleviin asioihin palataan teoriaosien ja tehtäväosien eroavaisuuksia käsittelevissä luvuissa 3.2 ja 3.4. [8]

Yleisten havaintojen loppuun tulee vielä sähköisen kirjan ehkäpä merkittävin ero nidekirjaan verrattuna. Sähköistä kirjaa pystyy päivittämään käytännössä milloin tahansa. Tämän tutkielman kirjoitushetkelläkin opettajan digikirjasta löytyy oma pdf-tiedosto, jossa on ensimmäisen digikirjan painoksessa esiintyneiden virheiden korjaukset. Nidekirjan kanssa virheiden korjaaminen ei onnistu ilman uutta painosta. [8]

## 3.2 Teoriaosat

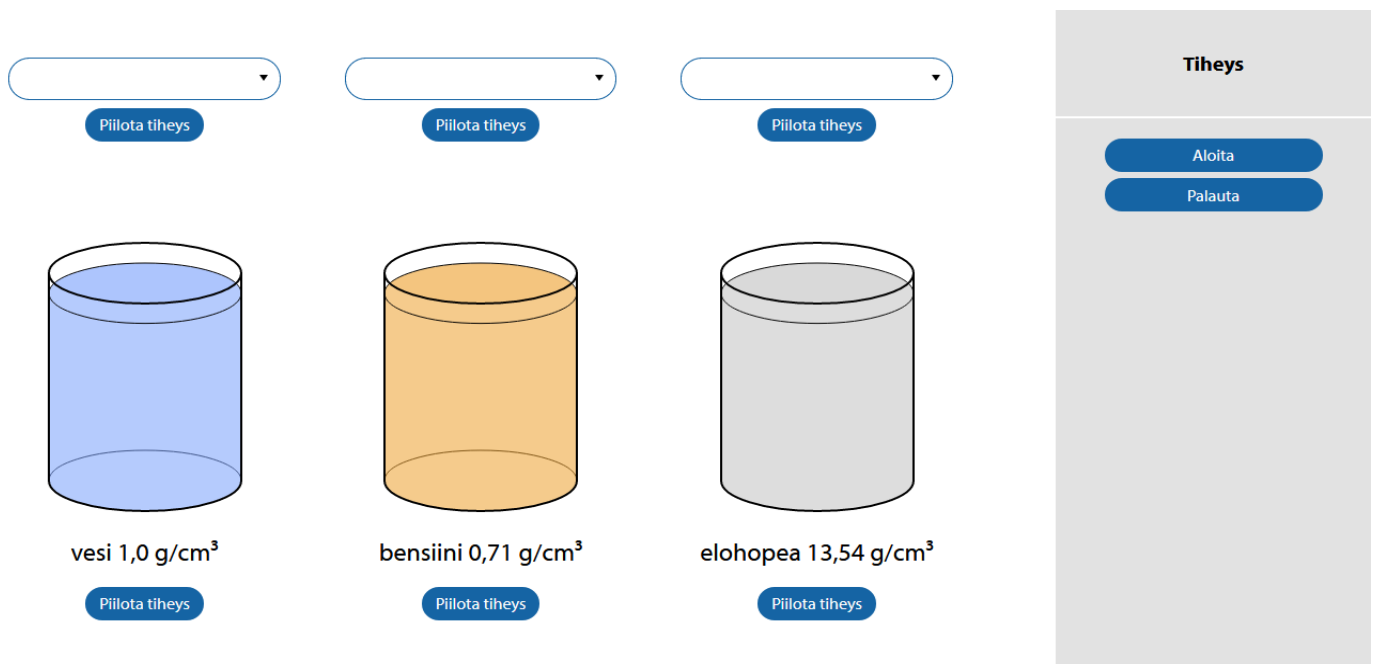
Teoriaosioiden tekstiosioissa ei esiinny eroavaisuuksia käytännössä ollenkaan. Kuitenkin digikirjaan on lisätty erilaisia teoriaa tukevia ominaisuuksia, joita käydään läpi tässä luvussa. Jokaiseen kappaleeseen kuvassa 4 näkyvien sinisten linkkien taakse on lisätty oheismateriaalia, kuten erilaisia artikkeleita, jotka tukevat kappaleessa esiintyviä asioita ja sitovat ne sillä tavoin arkielämään. Pääsääntöisesti artikkelit olivat Helsingin Sanomien artikkeleita, jotka kertoivat kappaleeseen liittyvästä aiheesta. Samaan oheismateriaalikategoriaan liittyy myös erilaiset havainnollistavat videot, joita on myös upotettu sinisinä linkkeinä kappaleisiin. Esimerkiksi kirjan alussa on upotettu video, jossa havainnollistetaan fysiikan käyttömahdollisuuksia esittelemällä aurinkokennolla



toimiva puhelimen laturi. Lisäksi löytyy myös opetusvideoiden kaltaisia videoita, joissa avataan tiettyjä kappaleessa käytäviä asioita enemmän. [8]

Sekä opettajan että oppilaan avuksi on lisätty myös jokaisen kappaleen alkuun niin ikään sinisellä linkillä toimiva ennakkotesti. Ennakkotestejä ei löydy nidekirjasta ollenkaan. Ennakkotestissä opiskelija voi itse vastata kysymyksiin, jotka käsittelevät ennakkokäsityksiä koskien tulevaa aihetta. Oman tuloksen ja oikeat vastaukset saa selville välittömästi palautuksen jälkeen. [8]

Yhtenä lisänä digikirjaan on lisätty linkkien taakse fysikaalisia ilmiöitä havainnollistavia simulaatioita. Esimerkiksi tämän kurssin digikirjasta löytyy simulaatio, jossa havainnollistetaan tiheyden merkitystä. Tällaisia erilaisia simulaatiota tai demonstraatiota voidaan suorittaa myös käytettäessä nidekirjaa, mutta varsinaisesti niitä ei nidekirjasta löydy. Digikirjan simulaatiot toimivat pelin kaltaisesti, jossa oppilas voi itse syöttää tarvittavia tietoja ja vertailla miten simuloitava asia toimii erilaisissa tilanteissa. Kuten kuvassa 5 näkyvässä tiheyssimulaatiossa pystyy valitsemaan sekä upotettavan materiaalin että aineen mihin materiaali upotetaan, ja vertailemaan näten erilaisia tilanteita.[8]



Kuva 5. Tiheyden simulaatio digikirjassa.

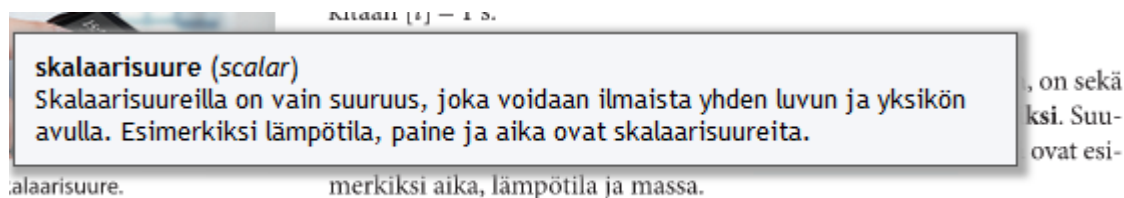
Muutamien linkkien takaa löytyi myös opetusvideon kaltaisia videoita. Esimerkiksi fysikaalisen kulmakertoimen määrittämisestä oli tehty opetusvideo. Opetusvideolla kirjan esimerkki oli selitettynä muistiinpanojen kanssa. Myös oppitunnilla tämä onnistuu nidekirjan kanssa, mutta

digikirjassa selityksen voi katsoa niin useasti kuin haluaa. Lisäksi samantyyllisiä opetusvideoita oli muitakin. Esimerkiksi tasaisen liikkeen kappaleessa yksi tehtävistä oli ratkaistuna videolla. [8]

Erilaisten käsitteiden selittäminen toimii digikirjassa hieman eri tavalla kuin nidekirjassa. Nidekirjan takaa löytyy oleellisten käsitteiden sanastosivut muutamalle sivulle koottuna. Samat sivut löytyvät myös digikirjan lopussa. Molemmissa kirjoissa nämä käsitteet ovat myös tummennettuna, kun ne esiintyvät kappaleen keskellä. Digikirjassa voi klikata tummennettua sanaa, jolla on sininen tausta, jolloin esiin aukeaa selitys kyseiselle sanalle. Selitys on monesti hieman erilainen, mitä se itse kappaleessa on kirjoitettu. Alhaalla löytyvässä kuvassa 6 on havainnollistettu näiden käsitteiden klikkaaminen digikirjassa. [8]

Joillakin suureilla, kuten nopeudella, kiihtyvyydellä ja voimalla, on sekä suuruus että suunta. Tällaisia suureita kutsutaan **vektorisuureiksi**. Suureita, joilla on vain suuruus, kutsutaan **skalaarisuureiksi**. Näitä ovat esimerkiksi aika, lämpötila ja massa.

Kuva 6 A. Keskeisen käsitteen selitys.



Kuva 6 B. Keskeisen käsitteen selitys linkkiä painamalla. [8]

Kuten kuvassa 6 näkyy, ylemmässä kuvassa tummennettu sininen sana on selitetty kappaleessa hieman eri tavalla kuin alemmassa kuvassa, jossa se puolestaan on klikattu auki. [8]

Teoriaosioihin on lisätty myös erilaisia lisämateriaaleja, kuten esimerkiksi fysiikan merkittävien keksintöjen ja tapahtumien havainnollistamisessa käytetty aikajana. Tapahtumat ja keksinnöt on sijoitettu muistiinpanomaisesti kronologiselle aikajanelle, joka oli lisätty linkkinä tekstissä käytävien asioiden tueksi. Samalla tyylillä oli tehty myös merkittävien fyysikoiden esittelyt kirjan alussa, eräänlaisen kuvakollaasin muodossa. Myös lopusta löytyi kuvakollaasimainen linkki, jolla

havainnollistettiin mikro- ja makrotasojen eroavaisuuksia. Nämä kaikki olivat digikirjaan lisättyjä ominaisuuksia, joita ei nidekirjasta löytynyt. [8]

### 3.3 Tehtäväosat

Nidekirjan ja digikirjan tehtäväosien väliltä ei myöskään löytynyt merkittäviä eroavaisuuksia. Kappaleista löytyy tismalleen samat tehtävänannot sekä nide- että digikirjasta ja molemmissa kirjoissa laskuesimerkit olivat identtisiä. Digikirjaan on kuitenkin lisätty erilaisia ominaisuuksia ja niitä käsitellään tässä luvussa tarkemmin.

Ensimmäinen eroavaisuus tehtävien tekemisessä liittyy sähköisessä kirjassa luonnollisesti tekotapaan. Digikirjassa vastaukset annetaan tietokonetta käytettäessä hiirellä ja näppäimistöllä kirjoittaessa. Muilla älylaitteilla, kuten tabletilla tai puhelimella, vastauksia voi kirjoittaa virtuaalisella esiin tulevalla näppäimistöllä ja piirtotyökalut toimivat omalla sormella. Tehtävien yhteydessä on myös mahdollisuus käyttää erilaisia kaavaeditoreita, joissa on perusmerkinnät erilaisiin matemaattisiin laskuihin. Tehtävät palautetaan digikirjaan ja kurssin alussa voi antaa opettajalle luvan tarkastaa merkinnät digikirjaan tehdyistä tehtävistä ja merkinnöistä. Tällöin opettaja voi halutessaan tarkistaa ja kommentoida omalta koneelta oppilaiden ratkaisuja. Nidekirjassa tehtävät tehdään erilliseen vihkoon tai erilliselle paperille. [8]

Digikirjaan on myös lisätty tehtäväosioon lisämateriaalia nopeimmille ja innokkaimmille opiskelijoille. Esimerkiksi samaan tapaan kuin linkkejä on sinisillä painikkeilla sisällytetty teoriaosioon, löytyy tehtäväosion yhteydestä erilaisia lisätehtäviä linkkien takaa. Lisätehtävät saattavat jossain kappaleissa olla syventävää nippelitietoa vaativia kysymyksiä. [8]

Jokaisen tehtäväosion yhteyteen on myös lisätty tavallisten tehtävien lisäksi myös kokoavia väittämiä. Väittämätehtävissä nimensä mukaisesti esitetään väittämiä kappaleen tehtävistä ja opiskelijan tehtävänä on valita ovatko väittämät oikein tai väärin. Lisäksi tehtäväosiosta löytyy aina kappalekohtainen testi, jolla voi testata onko kyseisen kappaleen asiat hyvin hallussa. Sekä testiin että väittämätehtäviin digikirja antaa oikeat vastaukset välittömästi klikkauksien jälkeen. Lopussa voi tarkastaa, kuinka monta kohtaa sai oikein. [8]

Samaan asiaan, joka jo edellisessä kappaleessa nousi esiin, liittyy myös seuraava havainto digikirjan ominaisuuksista. Sekä nidekirjassa että digikirjassa löytyy tehtävien vastaukset kappalekohtaisesti.

Nidekirjassa vastaukset löytyvät koottuna kirjan takaa, kuten useissa muissakin kirjoissa. Digikirjassa sen sijaan tehtävien vastaukset on sähköisen toimintatavan mukaisesti upotettu tehtävien yhteyteen. Lisäksi digikirjassa oppilaalla on mahdollisuus katsoa tehtäviin malliratkaisut, joita puolestaan nidekirjasta ei löydy. [8]

Suuri ero digikirjan ja nidekirjan välillä on jokaisen tehtävän lopusta löytyvä mahdollisuus itsearviointiin. Oppilaalla on mahdollisuus miettiä tehtävän tekemisen onnistumista ja syitä sille, miksi se onnistui tai ei onnistunut. Navigointipalkista löytyy myös oma painikkeensa itsearvioinnille. Painiketta painamalla löytyy jokaisen kappaleen jokaisen tehtävän itsearviointi. Oppilas voi itse tällä tavalla palata tehtävien tekemisiin liittyneisiin ajatuksiin ja ongelmakohtiin esimerkiksi kokeeseen kerratessa. Itsearvioinnin koonti antaa myös opettajalle mahdollisuuden nähdä, millaisia ajatuksia oppilailla on herännyt. Näin selviää esimerkiksi se, onko oppilailla ollut ongelmia joissain tietyissä tehtävissä. [8]

Digikirjan tehtävissä on käytetty myös hyväksi samoja digikirjan mahdollistamia ominaisuuksia kuin teoriaosiossakin. Esimerkiksi voidaan ottaa tehtävä, joka löytyy sekä nidekirjasta että digikirjasta, jossa täytyy katsoa video ennen varsinaisen tehtävän tekemistä. Digikirjassa linkki videoon on upotettu tehtävänantoon, josta klikkaamalla pääsee katsomaan videon. Nidekirjassa on annettu palvelimelta löytyvän videon nimi. [8]

Digikirjassa on myös käytetty teoriaosiossakin ilmennyttä visualisointia hyväksi videoiden muodossa. Esimerkiksi tehtävässä, jossa perehdytään verenpainemittarin mittaussyksiköihin ja toimintaan, on digikirjaan lisätty tehtävän arkielämään sitova video verenpainemittarin toiminnasta. Samoin on myös havainnollistettu esimerkiksi erilaisia käsitteitä ja mm. yksikönmuunnoksia laajemmin käsittelemä video on hyvin havainnollistava. [8]

Lisäksi oppilaiden tehtävien tekemistä ja kuvaajien piirtämistä on helpotettu erilaisilla apuohjelmilla. Nidekirjan käyttäjä piirtää kuvaajat piste pisteeltä käsin, mutta digikirjassa voi hyödyntää esimerkiksi Exceliä, jonka avulla voi piirtää kuvaajan eri pistejoukoista. Esimerkiksi kun tehtävänä on kuvaajan piirtäminen, linkki Exceliin on upotettu tehtävän yhteyteen. Samoin muut apuohjelmat ja aiemmin mainittu kaavaeditori ovat aina saatavilla tehtävien yhteydessä. [8]

### 3.4 Opettajan digikirjassa mukana olevat lisämateriaalit

Tässä luvussa tarkastellaan opettajan digikirjaan lisättyä materiaalia. Tämä sen takia, että opettajalla on aina mahdollisuus jakaa kaikki hallussaan olevat materiaalit, jolloin ne voidaan laskea digikirjasta löytyviksi ominaisuuksiksi. Paperisena versiona voi myös löytyä oheismateriaalia, mutta digikirjan mukana sitä tulee valmiina, eikä näin vaadi opettajalta ylimääräistä työtä materiaalin hankkimiseksi.

Opettajille löytyy pdf-muotoisena kootusti tärkeimmät ja keskeisimmät asiat ja opetusvinkit kappaleittain. Varsinaisesti oppilaisiin suoraan kohdistuvaa hyötyä ei opettajan opetusvinkeistä ja keskeisten asioiden kokoamisesta ole, mutta näiden avulla opettaja voi kuitenkin monipuolistaa opetustaan ja poimia tärkeitä asioita opetukseensa. Kuten oppikirjan rooliin opetusta monipuolistavana työkaluna kuuluu, antavat nämä kootut keskeiset teemat ja vinkit lisätyökaluja oppitunneille. [8]

Seuraava asia, josta puolestaan on suoranaista hyötyä opiskelijoillekin, ovat opettajan digimateriaalista löytyvät työkortit. Kuten luonnontieteiden luonteeseen kuuluu, on kokeellisuus tärkeä osa opiskelua niin fysiikassa kuin muissakin luonnontieteissä. Työkorteista löytyy valmiita pohjia eri ilmiöitä käsitteleviin oppilastöihin ja demonstraatioihin. Pohjiin täytetään omat hypoteesit ja havainnot tutkittavista ilmiöistä. [8]

Opettajan arkea helpottava tekijä on myös digikirjasta valmiina oheismateriaalina löytyvät koetehtäväpaketit. Abitti-kokeisiin [16] siirtyessä tehtävätyyppejä on fysiikassa ja muissakin luonnontieteissä täytynyt muokata sähköiseen tapaan sopivammaksi. Kehitys on yhä käynnissä, mutta digikirjasta löytyy kuitenkin mallikoe Abittiinkin. [8,16]

## 4. Pohdintaa ja johtopäätöksiä

Tässä kappaleessa palataan tutkimuksessa esille nousseisiin näkökulmiin ja havaintoihin digikirjan ja nidekirjan välisistä eroista ja yhtäläisyyksistä. Tarkoituksena on saada mahdollisimman hyvä katsaus siihen, mitä lisäarvoa sähköistyminen on tuonut lukion fysiikan ensimmäiseen kurssikirjaan, vai onko se tuonut mitään.

Heti alkuun täytyy nostaa esille muutama oma ennakkokäsitys koskien lukion sähköisiä oppikirjoja fysiikassa. Käytännöllisesti katsoen ennen tutkielman tekemistä ei minulla ollut juuri lainkaan kosketuspintaa digikirjoihin. Ennen tutustumista aineistoihin, eli fysiikan ensimmäisen kurssin nidekirjaan ja sähköiseen digikirjaan, oli minulla ennakkoluuloja etenkin sähköistä digikirjaa kohtaan. Nidekirjasta oli käsitys sekä oman opiskelun että lyhyen opetuskokemuksen kautta, mutta kärjistettynä oletin digikirjan olevan käytännössä pdf-muotoinen versio nidekirjasta. Kuten tulevat johtopäätökset kuitenkin osoittavat, ovat digikirja ja sähköinen oppimisympäristö paljon muutakin kuin tietokoneelle ja palvelemille siirretty sähköinen versio nidekirjasta. Lisäksi minua kiinnosti lähteä etsimään tutkimustietoa siitä, millaisia eroja oppimistuloksissa on tutkimusten perusteella havaittu, kun vertaillaan paperilla ja kynällä opiskelua sähköiseen tapaan opiskella. Käytännöllisesti katsoen etsin tutkimustietoa siitä, onko sillä vaikutusta oppimiseen, käytetäänkö nidekirjaa, kynää ja paperia vai tietokonetta, näppäimistöä, mobiilipäätteitä ja sähköistä materiaalia. Tutkijan omien kokemusten ja ennakkokäsitysten mukaan ainakin yläkouluikäiset oppilaat ja heidän opettajansa eivät halua pelkästään toista tapaa opiskella näistä kahdesta ja samaa mieltä olen itsekkin. Lisäksi sekä tutkimukset että tutkijan omat kokemukset tukevat teoriaosiossa esitettyjä näkemyksiä siitä, että molempia tapoja tarvitaan. Osa oppilaista haluaa esimerkiksi fysiikassa ja matematiikassa tehdä töitä kynällä paperilla ja omin käsin, sillä esimerkiksi matemaattisten kaavojen pyörittely onnistuu helpommin ja persoonallisemmin kuin esimerkiksi tietokoneen näppäimistön ja hiiren avulla. Toisaalta esimerkiksi tablet-tietokoneella erilaisten kaavojen piirtäminen voi kosketusnäytön ansiosta olla lähellä kynän ja paperin tuntua, sillä siinäkin pääsee konkreettisesti piirtelemään ja tekemään tehtäviä käsin.

Tehtyjen tutkimusten perusteella oppimistuloksissa ei ollut juuri minkäänlaisia eroja, tapahtui opiskelu sitten perinteisellä tyylillä paperin ja kynän kanssa verrattuna siihen, kun samainen opiskelu tapahtui sähköisesti näyttöpäätteitä käyttäen. Tämä kuitenkin vaati sen, ettei tietokoneessa tai mobiilipäätteessä ollut mahdollisuutta käyttää internetiä ja tulostinta hyväksi.

Käytännössä tilanne on siis hyvin haastava oppimisen kannalta, koska internet on normaalisti lähes suurimmalla osalla käytössä. Sähköisessä opiskelussa internetistä on paljon hyötyä, sillä nykyaikana internetissä on saatavilla lähes kaikki informaatio, mikä on eittämättä suuri etu opiskelun näkökulmasta. Samaan aikaan tämä internetin rajattomuus on hyvin haastava oppimisen kannalta, myös tutkimusten näkökulmasta, sillä internetistä löytyy myös kaikkea muuta mielenkiintoista opiskeluun liittymätöntä materiaalia. Kun otetaan huomioon se, että digikirjan ja sähköisen oppimisympäristön käyttöön internet-yhteys on välttämätön, on oppimistilanne haasteellinen. Etenkin yläkouluikäisten keskuudessa motivaatio oppimiseen voi olla osassa tapauksissa haasteellista löytää, eikä internetin käyttö esimerkiksi oppituntien aikana välttämättä auta oppimista. Ylemmillä kouluasteilla tilanne voi olla hieman parempi, sillä suurin osa opiskelijoista on itse valinnut esimerkiksi toisen asteen koulun tai korkeakoulun, jossa opiskelee, ja on näin todennäköisemmin motivoituneempi opiskelua kohtaan, oli opiskelutapa mikä hyvänsä.

Kun lähdetään tarkastelemaan sitä, onko sähköinen digikirja tuonut lisäarvoa tämän tutkimuksen kohteena olleelle lukion fysiikan ensimmäisen kurssin kirjalle, nousi havainnoissa mielenkiintoisia asioita esiin. Ensimmäisenä lisäarvoa kurssikirjalle tuovana tekijänä voi nostaa visuaaliset ja havainnollistavat tekijät. Vaikka koko teoria- ja tehtäväpohja rakentuvat käytännössä täysin samaan perustukseen, on sähköisen ympäristön mahdollisuuksien myötä pystytty lisäämään erilaisia visuaalisesti oppimista edistäviä tekijöitä. Parhaimpana esimerkkinä ovat erilaiset opetusta täydentävät videot. Tässä digikirjassa on esimerkiksi laskuesimerkkinä videoituna yksikönmuunnoksista lasku, joka voi olla hyväksi sellaiselle oppilaalle, joka pitää hyvänä näkemistä ja kuulemistakin oppimiselle. Vaikka luokahuonetilanteessa opettaja todennäköisesti havainnollistaa samoja asioita, pystyy ne digikirjaan upotettujen videoiden ansiosta toistamaan niin monta kertaa kuin itsestä hyvältä tuntuu. Lisäksi videoita on tehty myös erilaisista kirjassa esiintyvistä asioista, kuten heilurin heilumisesta aurinkokennon toiminnan esittelyyn. Lisäksi löytyy myös videoita, joissa käsitellään fysiikan ilmiöitä sitomalla ne arkipäiväisiin asioihin.

Teoriaosien ja tehtäväosien yhteydestä löytyy myös lehtiartikkeleita fysiikan ilmiöistä ja asioista. Lehtiartikkeleissa ei varsinaisesti opeteta mitään, mutta sidotaan asia arkielämään. Esimerkiksi Helsingin Sanomien artikkeleita ajankohtaisista fysiikan aiheista löytyy useampia. Fysiikan opetuksessa ja käytävien ilmiöiden läpikäymisessä on sekä opettajan että oppilaan hyvä pitää mielessä asiakokonaisuudet ja sidonnaisuus arkielämään, sillä fysiikka pohjimmiltaan selittää luonnontieteenä tosielämän tapahtumia. Vaikka videot ja arkielämään sitovat lehtiartikkelit ja muut

oheismateriaalit havainnollistavat käytäviä asioita paremmin, voisiko niitä olla vieläkin enemmän, kun siihen on mahdollisuus. Erilaiset oppijat tarvitsevat erilaisia apukeinoja opiskella, ja kun niitä digikirjan ja sähköistymisen myötä on mahdollisuus tarjota enemmän kuin tavallisessa oppikirjassa, voisi visualisointia ja videoita olla jopa enemmän.

Merkittävää etua digikirjalle antavat myös siihen upotetut simulaatiot. Fysiikan ilmiöitä opiskeltaessa ja ymmärtäessä on etua, jos ilmiöt voidaan jollakin tavalla havainnollistaa. Hyvin useita fysiikan ilmiöitä pystyy havainnollistamaan erilaisten opettajajohtoisten demonstraatioiden tai oppilaiden itse tekemien oppilastöiden kautta. Kuitenkin kaikkia töitä ei pysty toteuttamaan luokkahuoneessa joko ilmiön luonteen takia, tai yksinkertaisesti välineistön puuttumisen takia. Tällaisissa tilanteissa erilaiset simulaatiot ovat erittäin hyödyllisiä ja havainnollistavia fysiikan ilmiöiden ymmärtämisen kannalta. Luvussa 2 esitellyssä tutkimuksessa todettiin simulaatioiden olevan joskus jopa tehokkaampia käsitteiden omaksumisessa. Monissa työpaikoissa, joissa itsekkin olen työskennellyt, on mahdollista, että kokeellinen työskentely saattaa pahimmillaan jopa haitata oppimista. Välineiden laatu ei välttämättä aina ole tarvittavan hyvä tai vaihtoehtoisesti välineitä ei ole tarpeeksi kaikille. Tämä saattaa viedä keskittymistä opiskeltavasta asiasta. Osa tämän fysiikan kurssin simulaatioista oli sellaisia, jotka voisi toteuttaa luokkahuoneessa, mutta ei niiden löytymisestä digikirjasta haittaakaan ole. Kuten edellä olevassa kappaleessa mainittiin, kun digikirjaan on mahdollista laittaa oppimismateriaaleja monipuolistavia rikasteita, voisi niitä löytyä kirjasta jopa vielä enemmän.

Erilaisten rikasteiden lisäksi digikirjaan on lisätty myös lisätehtäviä nopeammille ja osaavammille. Tällaisten syventävien tehtävien lisääminen digikirjaan on ollut hyvä lisäys ylöspäin eriyttämistä varten. Lisäksi digikirjaan on lisätty jokaisen tehtävän jälkeen ratkaisu kyseiseen tehtävään, joka voi parhaimmillaan korjata mahdollisia syntyneitä virhekäsityksiä käytävistä asioista nopeasti. Kääntöpuolena on tietysti se, että osa oppilaista saattaa kopioida ratkaisuja suoraan, jolloin oppimista ei tapahdu.

Äänikirjaominaisuus digikirjassa on suuri parannus nidekirjaan verrattuna. Auditiivisille oppijoille voi olla merkittävää etua, kun he saavat kuunnella digikirjaa haluamassaan tilanteessa ja niin useasti kuin itse haluavat. Vaikka oppitunnilla opettajan kuunteleminen ja muiden keskusteluihin osallistuminen puhumalla ja kuuntelemalla ovat auditiivisille oppijoille eduksi, on digikirjan tarjoama äänikirjan kuuntelumahdollisuus parannus, kun puhutaan ainoastaan oppikirjoista. Lisäksi



äänikirjoista on etua myös muillekin opiskelijoille antaen vaihtoehtoisen tavan käydä läpi opiskeltavat asiat. Äänikirja ominaisuudesta on etua myös lukihäiriöstä kärsiville oppilaille.

Käsitteiden selityksiä pystyy digikirjassa avaamaan tekstistä hyperlinkkiä klikkaamalla. Jos käsitteet ja asiat eivät aukea tekstistä, saattavat ne aueta linkin takaa löytyvän tiivistetyn, hieman erisanoin esitetyn selityksen avulla paremmin. Toisaalta eri tavoilla selitetyt asiat saattavat sekoittaa käsitteiden ymmärrystä, mutta näkisin monipuolisesta selityksestä olevan enemmän hyötyä kuin haittaa. Molemmat selitykset löytyvät sekä nidekirjasta että digikirjasta, mutta digikirjassa ne saadaan auki rinnakkain, kun taas nidekirjassa käsite täytyy hakea itse kirjan takaa.

Digikirjasta löytynyt itsearviointiominaisuus oli merkittävä uudistus verrattuna paperiseen nidekirjaan. Myös nidekirjan yhteyteen voi tehdä itsearvioinnin, mutta se vaatii paljon työtä opettajalta. Digikirjaan liitetty itsearviointityökalu on loistava lisä oppilaan oman oppimisen analysointiin ja asioiden kertaamiseen. Jokaisen tehtävän yhteydessä on tiettyjä peruskysymyksiä tehtävien onnistumisiin liittyen, ja niiden avulla pystyy refleктоimaan omaa oppimistaan. Kuten Andraden ja Valtchevan artikkelissa [13] todettiin, voi tällaisella välittömällä tehtävien jälkeisellä oman tekemisen itsearvioimisella olla oppimisen kannalta merkittäviä etuja. Kun oppilas täyttää itsearviointia kurssin ajan, saa hän itse oppimispäiväkirjatyylisen kokonaisuuden, josta voi nähdä oman oppimisensa vaiheet, mutta myös opettaja näkee oppilaan ajatuksia opetettavista asioista. Etenkin lukion kurssille itsearviointityökalu on hyvä, mutta se voisi toimia yläkouluikäisilläkin. Yläasteikäiset eivät välttämättä ole vielä täysin motivoituneita itse opiskeluun, ja sen vuoksi itsearviointikin voi tuntua vieraalta. Itsearviointi voisi motivoida ja opettaa myös yläasteikäiset arvioimaan itseään realistisesti.

Digikirjan yleisistä toiminnoista helppo liikkuvuus kirjan sisällä sekä editoimisen helppous kulkivat samaa linjaa teoreettisessa viitekehyksessä esitettyjen tulosten kanssa. Oppilaat useimmiten pitävät mahdollisimman yksinkertaista ja ennen kaikkea nopeasti etenevistä tavoista opiskella. Digikirjassa oli helppo klikkailla sisällysluettelotyökalun avulla ympäri kirjaa, minkä luulisi luonnistuvan nuorilta yhä paremmin. Lisäksi hakutyökalulla pystyy etsimään minkä tahansa kirjassa esiintyvän termin, mikä helpottaa hukassa olevien termien tai asioiden löytymistä. Lisäksi helppokäyttöisyyteen ja nopeaan tapaan opiskella löytyy apuja editoimistyökaluista. Digikirjasta löytyviä värikyniä ja kaavaeditoreja apuna käyttäen voi kirjaan tehdä omia muistiinpanoja vaivattomasti – kuitenkin pilaamatta kirjaa. Sähköisesti tehdyt muistiinpanot voi halutessaan pyyhkiä kokonaan vaivattomasti. Kynällä konkreettiseen nidekirjaan tehtyjä merkintöjä ei saa pois

kokonaan, mikä hankaloittaa kirjan kierrättämistä. Lisäksi digikirjassa tuleva vihko kulkee kurssikirjan kanssa koko ajan mukana, eikä tila lopu kesken, toisin kuin konkreettisen paperisen vihon kanssa. Digikirjassa kaikki materiaali on nykyajan mallin mukaisesti helpommin ja nopeammin saatavilla kuin nidekirjassa. Kaikki digikirjaan tehdyt muutokset ovat myös nopeammin tehtävissä ja nopeammin kumottavissa, jos niin halutaan. Lisäksi tarvittavia muutoksia voi tehdä myös kirjan kustantajan puolelta helpommin, kuten kappaleessa 2 esiteltiin. Kirjaan eksyneet virheet on helppo korjata ja lisämateriaalia voi lisätä milloin vain.

Kehitysideana digikirjaan voisi olla parempi animaatioiden ja opetusvideoiden käyttö. Fysiikan ensimmäisen kurssin digikirjasta löytyi muutama hyvä havainnollistava animoitu kuvaajan piirto, joissa oli eriteltynä mistä mikäkin kuvaajan vaihe koostuu ja miten pisteet on sijoitettu kuvaajaan. Myös näihin animaatioihin pätee sama kuin edellä mainittuihin videoihin ja muihin rikasteisiin, eli niitäkin voisi löytyä enemmän. Toinen kehitysidea koskee laskuesimerkkejä. Monelle opiskelijalle olisi tärkeää ymmärtää mitä missäkin laskuesimerkissä tapahtuu. Tätä ymmärtämistä voisi digikirjassa helpottaa animaatiolla, jossa olisi eriteltynä tietyt välivaiheet. Esimerkiksi oikean kaavan valitseminen, sijoittaminen kaavaan ja yksiköiden tarkastukset olisivat tällaisia vaiheita. Samoin esimerkiksi kuvaajan piirtoihin voisi lisätä animointeja, joissa jokainen piste sijoitettaisiin erikseen oikealle kohtaan, jonka jälkeen piirretäisiin itse kuvaaja. Digikirjan esimerkit olivat tismalleen samanlaisia kuin nidekirjan esimerkit, eikä niihin ollut käytetty hyväksi sähköisen ympäristön tuomia mahdollisuuksia.

Tässä tutkimuksessa esiin nousseiden havaintojen ja päätelmien sekä omien opetuskokemusten perusteella on hyvä miettiä sekä nidekirjan että sähköisen materiaalin käyttöä omassa opetuksessa. Selkeää valintaa pelkästään toisen vaihtoehdon käyttämiseksi fysiikan ja muiden luonnontieteiden opettamisessa on mahdotonta tehdä, mikä on hyvä asia. Fysiikan ja muidenkin oppiaineiden opettamisessa on tärkeää monipuolisuus, joka tulee käytännössä automaattisesti yhdistettäessä perinteistä nidekirjaa ja sähköisiä materiaaleja. Tätä tutkimusta tehdessä ja lukiessa muiden tutkimuksia ja artikkeleita, toistui niissä useissa sama viesti oppilaiden puolelta. Nidekirjojen puolella olevien ja sähköisten materiaalien puolella olevien oppilaiden osuudet ovat suurin piirtein samankokoiset. Myös oman lyhyen opetuskokemukseni perusteella voin sanoa, että molempien tapojen käyttöä tarvitaan, etenkin yläasteikäisten kanssa. Molempien materiaalien käyttö opetuksessa ottaa paremmin huomioon erityyyliset oppijat. Lisäksi sähköisillä materiaaleilla ja niiden sisältämällä ominaisuuksilla voidaan monipuolistaa opetusta ja tehdä oppimisesta mielekkäämpää

ja mielenkiintoisempaa opiskelijoille. Vastapainoisesti nidekirja ja paperille tekeminen mahdollistavat luoville ihmisille mahdollisuuden tehdä persoonallisemmat ja henkilökohtaisemmat merkinnät. Kun asiaa tarkastelee kokonaisuutena eräänlainen hybridimalli, jossa käytettäisiin molempia materiaaleja opetukseen ja opiskeluun, tuntuu itsestäni parhaalta vaihtoehdolta. Jos teknologia sekä sähköiset oppimisalustat kehittyisivät siten, että oppimisalustalle olisi lähes yhtä helppo kirjoittaa kuin paperille, mahdollistaisi se siirtymisen kokonaan sähköiseen materiaaliin. Kuitenkin tänä päivänä esimerkiksi tabletille kirjoittaminen ei ole yhtä tarkkaa ja mielekästä kuin kynällä paperille kirjoittaminen, vaikka lähelle sitä päästäänkin. Lisäksi kaavaeditoreiden käyttö, jota fysiikan tehtäviä tehdessä tarvitaan, ei ole yhtä vaivatonta kuin laskeminen paperille.

Opettajan työmäärää on myös hyvä käsitellä sähköisen materiaalin ja paperisen materiaalin vertailussa. Aloittelevana opettajana työmäärä on todella suuri materiaalien hankinnan kannalta. Tämän tutkimuksen kohteena olleessa lukion fysiikan ensimmäisen kurssin kirjassa [8] on esimerkiksi mielestäni kattava peruspaketti kurssia opettavalle opettajalle, oli hän sitten missä vaiheessa uraansa tahansa. Kirjasta löytyy valmiiksi opetusvinkkejä, kokeelliseen työhön työkortteja sekä valmiita koetehtäviä. Lisäksi opettajan digikirjasta löytyy valmiita opetusvinkkejä siitä, miten kirjassa käsiteltäviä asioita voisi mahdollisesti käydä läpi.

Kustannukselliset seikat on myös otettava huomioon oppilaiden ja opiskelijoiden näkökulmasta vertaillen sähköisiä materiaaleja nidekirjaan. Sähköinen oppikirja vaatii aina jonkinlaisen näyttöpäätteen. Tänä päivänä lukiolaisella tulee olla kannettava tietokone. Jos yläasteella mentäisiin samaan sähköiseen materiaaliin, tarkoittaisi se maksuttomassa peruskoulussa sitä, että koulujen olisi tarjottava oppilaille mahdollisuus kannettavaan tietokoneeseen. Vaihtoehtoisesti esimerkiksi suurten perheiden vanhemmat olisivat pakotettuja hankkimaan kotiinsa useita uusia tietokoneita, sillä yhdellä tietokoneella ei pärjää millään, jos kaikki yrittävät tehdä läksynsä kotona. Tämä näkyi jo kevään 2020 koronapandemian aikana, kun peruskoulujen opetus järjestettiin etäopetuksena. Isojen perheiden vanhimmat lapset palauttivat tehtäviä usein puolen yön jälkeenkin, kun yksinkertaisesti ei ollut mahdollisuutta tehdä tehtäviä aiemmin.

Mielenkiintoisen näkökulman sähköisten materiaalien käyttämiseen opiskelussa toi etenkin Scientific American julkaisu [3], jossa kerrottiin ihmisen asennoitumisesta näyttöpäätteeltä lukemiseen ja opiskeluun. Tutkimuksen mukaan ihmisen aivot saattavat tahtomattaan luulla olevansa vapaa-ajalla, kun hän lukee tai katsoo asioita näyttöpäätteeltä. Vapaa-ajalle orientoituneet aivot saattavat tutkimuksen mukaan heikentää opiskelua ja tiedonhankintaa opiskelutilanteessa.

Kuitenkin mieleen tulee vastapuoli samasta asennoitumisesta. Voisiko rennompia suhtautuminen auttaa oppimaan paremmin, kun opiskelu ei välttämättä tuntuisikaan niin pakolliselta ja vaikealta? Kokemuskartoituksen [4] perusteella osa oppilaista motivoitui paremmin, kun he saivat käyttää sähköisiä materiaaleja ja tietokonetta opiskelujensa yhteydessä. Oppilaiden motivoituneisuuteen liittyy olennaisesti monipuolinen opiskelu, jolloin sopivassa suhteessa uudempien sähköisten materiaalien ja päätteiden käyttäminen on tarpeen.

Kun otetaan huomioon sähköisen oppikirjan ja nidekirjan ekologisuus, tulee sähköisen digikirjan lisäarvosta monimutkaisempi asia. Kuten kappaleessa 2 todettiin, ovat sähköiset materiaalit parempi valinta, kun puhutaan pidemmästä aikavälistä. Kuitenkin lyhyellä aikavälillä nidekirja on parempi ratkaisu. On otettava huomioon se asia, että opetussuunnitelmien uudistuessa säännöllisin väliajoin, täytyy myös oppikirjat uusia. Nidekirjoina tämä tarkoittaa uusia konkreettisia kirjoja, kun taas digikirjat voidaan luoda uudelleen internettiin. Laitteiden kestäessä pitkään on todennäköisempää, että digikirjat ovat tässä suhteessa myös lyhyen aikavälin kirjoilla ekologisempi vaihtoehto. Kun laitteita käytetään ja huolletaan oikein, kestävät ne pidempään ja digikirjat säilyttävät laatunsa loppuun saakka. Nidekirjat huononevat oppilaiden käytössä päivä päivältä, ja kuten jo edellä mainittiin, rikkinäisten vanhojen oppikirjojen tilalle on tehtävä uusia painoksia.

## 5. Yhteenveto

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, mitä lisäarvoa Sanoma Pron tarjoama sähköinen digikirja on tuonut lukion fysiikan ensimmäisen kurssin oppikirjalle verrattuna nidekirjaan. Olennaisimpana etuna digikirjassa on käytetty hyväksi erilaisten havainnollistavien rikasteiden, kuten animaatioiden, videoiden ja muiden oheismateriaalien lisäämistä ympäri oppikirjaa. Näiden rikasteiden monipuolistava vaikutus oppikirjalle on hyvä alku, mutta rikasteita voisi olla myös enemmän. Muita varsinaisesti fysiikkaan ja fysiikan opettamiseen liittyviä merkittäviä lisäyksiä ei vielä ole.

Käytännössä digikirja on nykyaikainen ja nopea käytettävä. Liikkuminen kirjan sisällä on helppoa ja nopeaa. Navigointipalkista löytyvien lisäominaisuuksien avulla voi kirjaan ja vihkoon tehdä merkintöjä kuitenkin pilaamatta kirjaa. Editoinnin, pitkän tekstin kirjoittamisen sekä kuvaajien piirtämisen helppous ovat myös ehdottomasti suuria sähköisen kirjan etuja. Kritiikkinä digikirjaa kohtaan voi nostaa esimerkiksi osan sen tarjoamista kankeahkoista työkaluista. Esimerkiksi matematiikkaa sisältäviä tehtäviä varten tarjolla oleva kaavaeditori on vielä tässä vaiheessa kehitystä hieman tönkö. Se voi olla parasta, mitä tässä vaiheessa voidaan tehdä, mutta hiiren ja tietokoneen kanssa käytettäessä siinä on parantamisen varaa. Tablet-tietokoneella käytettäessä kaavaeditorin käyttö voisi helpottua, mutta se vaatisi taas uuden päätteen hankkimista. Lisäksi sähköisen kirjan haasteena ovat yhteysongelmat. Kaiken materiaalin löytyessä internetistä, saattavat yhteysongelmat pahimmillaan kaataa koko oppimisympäristön.

Jatkuvan kehityksen alla olevat sähköiset oppimisympäristöt ja digikirjat ovat tässä vaiheessa jo ihan hyvä vaihtoehto oppimateriaaliksi ja oppimisympäristöksi. Kuitenkaan täysin sähköiseen opetukseen ja opiskeluun ei kannata lähteä, kuten ei myöskään kieltäytyä täysin käyttämästä uusia digitaalisia tapoja opiskella. Kun lisää perinteiseen totuttuun tapaan parhaat digikirjojen ja sähköisten materiaalien tuomat ominaisuudet, saadaan tällä hetkellä paras mahdollinen erilaiset oppijat huomioon ottava opetustyyli. Palatakseni otsikossa esille tuomaani ajatukseen, voin tutkimukseni perusteella todeta, että sähköinen oppimateriaali on hyvä renki mutta huono isäntä.

Jatkotutkimuksissa olisi hyödyllistä selvittää, millaisia asioita voisi fysiikan opetuksen näkökulmasta lisätä digikirjaan ja siten lisätä sähköistymisen tuomaa lisäarvoa opetukseen edelleen. Lisäksi voisi tutkia, millaisia ominaisuuksia yläkoulun digikirjasta löytyy ja miten sitä voitaisiin kehittää. Samalla voisi kehittää esimerkiksi erilaisia mahdollisuuksia matemaattisten kaavojen ja laskujen tekemiseen helpommin ja sujuvammin.

## Lähteet

- [1] Farinosi, M., Lim, C. & Roll, J. (2016). Book or screen, pen or keyboard? A cross-cultural sociological analysis of writing and reading habits basing on Germany, Italy and the UK. *Telematics and Informatics*, 33(2), pp. 410-421.
- [2] Subrahmanyam, K., Michikyan, M., Clemmons, C., Carrillo, R., Uhls, Y. & Greenfield, P. (2013). Learning from Paper, Learning from Screens: Impact of Screen Reading and Multitasking Conditions on Reading and Writing among College Students. *International Journal of Cyber Behavior, Psychology and Learning (IJCBL)*, 3(4), pp. 1-27.
- [3] <https://www.scientificamerican.com/article/reading-paper-screens/> Viitattu 23.7.2020
- [4] Haipus, A. (2020). Kokemuskartoitus sähköisten oppimisympäristöjen vaikutuksesta opettamiseen ja oppimiseen.
- [5] Fortunati, L. & Vincent, J. (2014). Sociological insights on the comparison of writing/reading on paper with writing/reading digitally. *Telematics and Informatics*, 31(1), pp. 39-51.
- [6] Taipale, S. (2014). The affordances of reading/writing on paper and digitally in Finland. *Telematics and Informatics*, 31(4), pp. 532-542.
- [7] Kaisla, M., Kutvonen-Lappi, T. & Kankaanranta, M. (2015). *Digitaalinen oppimateriaali koulun arjessa*. [Jyväskylä]: Jyväskylän yliopisto, Koulutuksen tutkimuslaitos ja Informaatioteknologian tiedekunta.
- [8] Lehto, H., Maalampi, J., Havukainen, R & Leskinen, J. (2016). FY1 fysiikka luonnontieteenä. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- [9] Ikonen, O. (toim.) 1993. Erilainen oppija 1. Juva: WSOY.
- [10] Carnell, E. & Lodge, C. (2002). *Supporting effective learning*. London: Paul Chapman.
- [11] [https://www.verkkovaria.fi/opiskelijantuki/oppimisentuki/?page\\_id=86](https://www.verkkovaria.fi/opiskelijantuki/oppimisentuki/?page_id=86) viitattu 12.8.2020
- [12] <https://phet.colorado.edu/fi/> Viitattu 26.8.2020
- [13] Andrade, H., & Valtcheva, A. (2009). Promoting learning and achievement through self-assessment. *Theory into practice*, 48(1), 12-19.

- [14] <https://www.maailmankuvalehti.fi/2013/4/lyhyet/ovatko-ekirjat-ekologisempia> Viitattu 27.8.2020
- [15] <https://www.almamedia.fi/uutishuone/uutinen/23-01-2012-alma-media-selvitti-painetun-lehden-ja-verkkomedian-ymparistovaikutukset> Viitattu 27.8.2020
- [16] <https://www.abitti.fi/> Viitattu 16.9.2020